

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-049937

(43)Date of publication of application : 18.02.1997

(51)Int.Cl.

G02B 6/122

(21)Application number : 07-204451

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 10.08.1995

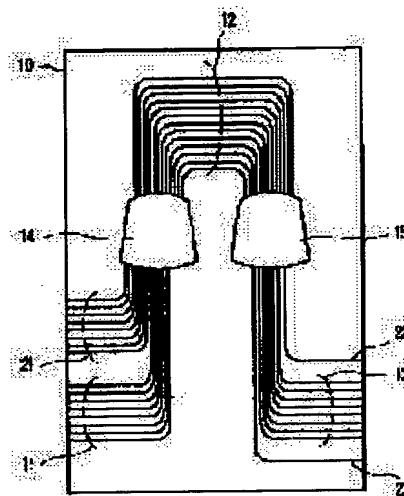
(72)Inventor : OKAMOTO KATSUNARI
OMORI YASUJI

(54) ARRAY WAVEGUIDE DIFFRACTION GRATING OPTICAL MULTIPLEXER/ DEMULTIPLEXER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical multiplexer/demultiplexer used for a wavelength monitoring circuit for monitoring each wavelength of a wavelength multiplexed signal light beam having an unequal channel interval by arranging an input waveguide for monitoring wavelength together with an input waveguide for signal and arranging output waveguides for monitoring wavelength on both sides of the output waveguide.

SOLUTION: An input waveguide for monitoring wavelength 21 is set at the same unequal interval as a signal input waveguide 11 and arranged on the position where the input waveguide 11 is laterally shifted as it is. Since the input waveguide for monitoring wavelength 21 is arranged by being deviated from the center line of a sectorial slab waveguide 14 on the input side, light beams of two diffraction orders are generated. Output waveguides 22, 23 are arranged on somewhat inner side of the position when two diffraction light beams are generated. By successively changing the port of the input waveguide for monitoring wavelength 21 and finding the level ratio of output ratio of output light beams of the output waveguides 22, 23, the characteristic of wavelength discrimination for every channel complied with the input port is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3178781

[Date of registration] 13.04.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-49937

(43)公開日 平成9年 (1997) 2月18日

(51)Int. Cl.⁶

G 0 2 B 6/122

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 6/12

技術表示箇所

D

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平7-204451

(22)出願日

平成7年 (1995) 8月10日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 岡本 勝就

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 大森 保治

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本
電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 古谷 史旺

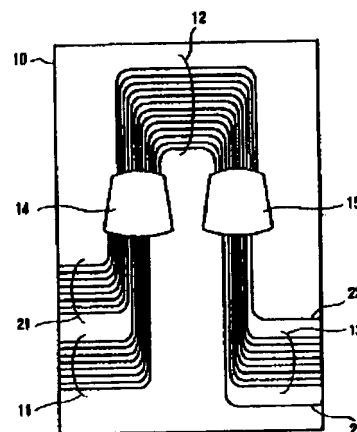
(54)【発明の名称】 アレイ導波路回折格子光合分波器

(57)【要約】

【課題】 不等チャンネル間隔の波長多重信号光の各波長を監視する波長監視回路に用いるアレイ導波路回折格子光合分波器を提供する。

【解決手段】 信号用のN本の入力導波路に加えて、信号光が分岐して入力される波長監視用のN本の入力導波路を信号用の入力導波路からずれた位置に配置し、さらにN本の出力導波路の両側に1本ずつ波長監視用の出力導波路を配置する。

本発明のアレイ導波路回折格子光合分波器の実施形態



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、N本(Nは整数)の入力導波路と、N本の出力導波路と、所定の導波路長差で順次長くなるM本(Mは2以上の整数)の導波路からなる導波路アレイと、前記入力導波路と前記導波路アレイとを接続する入力側扇形スラブ導波路と、前記導波路アレイと前記出力導波路とを接続する出力側扇形スラブ導波路とを形成したアレイ導波路回折格子光合分波器において、信号用のN本の入力導波路に加えて、信号光が分岐して入力される波長監視用のN本の入力導波路を信号用の入力導波路からずれた位置に配置し、さらに前記N本の出力導波路の両側に1本ずつ波長監視用の出力導波路を配置したことを特徴とするアレイ導波路回折格子光合分波器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、波長多重(WDM)通信方式において、波長多重光の各波長を監視する波長監視回路に用いられるアレイ導波路回折格子光合分波器に関する。

【0002】

【従来の技術】 アレイ導波路回折格子光合分波器を用いた波長監視回路では、アレイ導波路回折格子光合分波器の周期的なバンドパス透過特性を利用し、その隣接ポートの出力光のレベル比をとることにより入射光強度変動に依存しない波長弁別特性が得られる。

【0003】 図6は、従来のアレイ導波路回折格子光合分波器を用いた波長監視回路の構成を示す。図において、アレイ導波路回折格子光合分波器は、基板10上に、N本の入力導波路11と、所定の導波路長差で順次長くなるM本の導波路からなる導波路アレイ12と、N本の出力導波路13と、入力導波路11と導波路アレイ12とを接続する入力側扇形スラブ導波路14と、導波路アレイ12と出力導波路13とを接続する出力側扇形スラブ導波路15とを形成したものである。この入力導波路11の1つに波長多重光($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$)を入射したときの出力導波路13の各ポートの透過損失特性を図7に示す。隣接ポートの透過損失特性の交差波長と波長多重光の各チャンネルの中心波長(設定波長)が対応する。また、交差波長の近傍における隣接ポート間の透過損失差を図8に示す。透過損失差ゼロの波長が各交差波長に対応する。

【0004】 出力導波路13の隣接ポートには、それぞれ光検出器31、32と、その出力比をとる対数増幅器33が接続される。対数増幅器33の出力は、図8に示すように交差波長で出力ゼロとなる。すなわち、対数増幅器33から出力される誤差信号の極性およびレベルに応じて、入力波長と交差波長(設定波長)との相対的な波長誤差を検出することができる。このように、隣接ポートの出力光の比をそれぞれとることにより波長多重光

2

の各波長を監視することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、チャネル間隔が等間隔の波長多重通信方式では、4光波混合によって波長多重信号光間にクロストークが生じる問題があった。ここで、4光波混合とは、光周波数 f_i, f_j, f_k ($k \neq i, j$)の3つの光波が光ファイバの3次の非線形感受率 $\chi^{(3)}$ を介して相互作用し、光周波数 $f_r = f_i + f_j - f_k$ の光波を発生させる非線形プロセスである。波長が等間隔に配置された波長多重信号光では、4光波混合によって生じる新たな光波が他の信号波長に重なってクロストークを生じさせることになる。したがって、4光波混合によるクロストークを抑制するためには、光信号の波長間隔を不等間隔にする必要があり、これに対応して光合分波器の波長特性も不等間隔にする必要があった。

【0006】 不等チャネル間隔の波長多重通信方式に用いる光合分波器として、特願平7-18237「アレイ格子型光合分波器」がある。これは、入力導波路間隔または出力導波路間隔の少なくとも一方を不等間隔とすることにより、チャネル間隔が不等間隔の透過損失特性を得るものである。その透過損失特性を図9に示す。ここに示すようにチャネル間隔が不等間隔であれば、隣接ポート間に透過損失特性の交差点が存在しない場合があり、上述した隣接ポート間の損失差を検出して波長監視を行う交差弁別法をそのまま適用することができない。

【0007】 本発明は、不等チャネル間隔の波長多重信号光の各波長を監視する波長監視回路に用いるアレイ導波路回折格子光合分波器を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明のアレイ導波路回折格子光合分波器は、信号用のN本の入力導波路に加えて、信号光が分岐して入力される波長監視用のN本の入力導波路を信号用の入力導波路からずれた位置に配置し、さらにN本の出力導波路の両側に1本ずつ波長監視用の出力導波路を配置する。

【0009】

【発明の実施の形態】 図1は、本発明のアレイ導波路回折格子光合分波器の実施形態を示す。図において、基板10上に、信号用のN(=8)本の入力導波路11と、波長監視用のN(=8)本の入力導波路21と、所定の導波路長差 ΔL で順次長くなるM本の導波路からなる導波路アレイ12と、N(=8)本の出力導波路13と、出力導波路13の両側に1本ずつ波長監視用の出力導波路22、23と、入力導波路11、21と導波路アレイ12とを接続する入力側扇形スラブ導波路14と、導波路アレイ12と出力導波路13、22、23とを接続する出力側扇形スラブ導波路15が形成される。

【0010】 ここで、入力導波路11、21と入力側扇形スラブ導波路14との境界の拡大図を図2(a)に示

し、出力側扇形スラブ導波路15と出力導波路13、22、23との境界の拡大図を図2(b)に示す。図に示すように、信号用の入力導波路11および出力導波路13は、それぞれ扇形スラブ導波路の中央位置に不等間隔に配置され、その透過損失特性は図9に示すように不等間隔になる。

【0011】波長監視用の入力導波路21は、信号用の入力導波路11と同じ不等間隔に設定され、入力導波路11をそのまま横にシフトした位置に配置される。このように波長監視用の入力導波路21は、入力側扇形スラブ導波路14の中心線からずれて配置されるので、その1つのポートに光が入射されると、出力側扇形スラブ導波路15で2つの回折次数の光が生じる。

【0012】波長監視用の出力導波路22、23は、これら2つの回折光の生じる位置より若干内側（外側でもよいが、以下の説明では内側とする）に配置される。したがって、図2(a)の波長監視用の入力導波路21の左から*i*番目($m_{1i}=i$)のポートに波長多重信号光（チャンネル*i*の設定波長 $\lambda(i)$ ）を入射すると、出力側扇形スラブ導波路15における光の集光特性は図3(a)、(b)のようになる。すなわち、入力波長 λ が $\lambda=\lambda(i)$ の場合には波長監視用の出力導波路22、23の出力は等しくなり、 $\lambda<\lambda(i)$ の場合には波長監視用の出力導波路23の出力が大きくなり、 $\lambda>\lambda(i)$ の場合には波長監視用の出力導波路22の出力が大きくなる。

【0013】

【実施例】本発明のアレイ導波路回折格子光合分波器を石英系光導波路を用いて作製した例を示す。まず、Si基板(10)上に火炎堆積法によりSiO₂下部クラッド層を堆積し、次にGeO₂をドーパントとして添加したSiO₂ガラスのコア層を堆積した後に、電気炉で透明ガラス化した。次に、図1、図2に示すパターンを用いてコア層をエッチングして光導波路部分を作製した。

【0014】導波路の屈折率差 $\Delta=0.7\%$ 、コア幅 $2a=7\mu\text{m}$ 、コア厚 $2t=7\mu\text{m}$ とした。入力側扇形スラブ導波路14および出力側扇形スラブ導波路15の曲率半径 $R=9.356\text{mm}$ 、アレイ導波路12の導波路長差 $\Delta L=61.6\mu\text{m}$ 、本数 $M=120$ とした。図2において、信号用の入力導波路11の各導波路の中心間隔は、左から $40\mu\text{m}$ 、 $55\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}$ 、 $35\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 、 $45\mu\text{m}$ 、 $25\mu\text{m}$ とした。波長監視用の入力導波路21および信号用の出力導波路13の導波路間隔も同様である。ただし、出力導波路13では、右からの間隔となる。

【0015】また、波長監視用の入力導波路21の右端の導波路中心と、信号用の入力導波路11の左端の導波路中心との間隔は $65\mu\text{m}$ とした。さらに、信号用の出力導波路13の右端の導波路中心と、波長監視用の出力導波路22との間隔は $181.2\mu\text{m}$ とし、信号用の出力導波路13の左端の導波路中心と、波長監視用の出力導波路23との間隔は $186.5\mu\text{m}$ とした。最後に、再びSiO₂

上部クラッド層を堆積した。

【0016】このようにして作製されたアレイ導波路回折格子光合分波器を用いた波長監視回路では、波長多重信号光を入射する波長監視用の入力導波路21のポートを順次切り替え、波長監視用の出力導波路22、23の出力光のレベル比をとることにより、入力ポートに対応したチャンネルごとの波長弁別特性が得られる。すなわち、チャンネル間隔が不等間隔であることには影響されずに波長監視が可能となる。

10 【0017】ここで、入力導波路21の左から1番目($m_{11}=1$)、4番目($m_{14}=4$)、8番目($m_{18}=8$)のポートに波長多重信号光を入射したときの出力導波路22、23の透過損失特性の測定結果を図4に示す。各々の透過損失特性の交差波長と、入力ポートに対応したチャンネルの中心波長（設定波長）が対応する。また、交差波長の近傍における出力導波路22、23間の透過損失差を図5に示す。透過損失差ゼロの波長が各交差波長に対応する。したがって、各チャンネルごとに入力波長と交差波長（設定波長）との相対的な波長誤差を検出することにより、波長多重信号光の各波長を監視することができる。

【0018】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のアレイ導波路回折格子光合分波器を用いることにより、不等チャンネル間隔の波長多重信号光の各波長を監視することができる。なお、波長監視用の入力導波路の導波路間隔を等間隔にすれば、等チャンネル間隔の波長多重信号光の各波長を監視することができる。

【図面の簡単な説明】

30 【図1】本発明のアレイ導波路回折格子光合分波器の実施形態を示す図。

【図2】入力導波路11、21と入力側扇形スラブ導波路14の境界、出力側扇形スラブ導波路15と出力導波路13、22、23の境界の拡大図。

【図3】出力側扇形スラブ導波路15における光の集光特性を示す図。

【図4】波長監視用の出力導波路22、23の透過損失特性を示す図。

40 【図5】交差波長近傍における出力導波路22、23間の透過損失差を示す図。

【図6】従来のアレイ導波路回折格子光合分波器を用いた波長監視回路の構成を示す図。

【図7】出力導波路13の各ポートの透過損失特性を示す図。

【図8】交差波長近傍における隣接ポート間の透過損失差を示す図。

【図9】不等チャンネル間隔のアレイ導波路回折格子光合分波器の透過損失特性を示す図。

【符号の説明】

50 11 入力導波路（信号用）

(4)

6

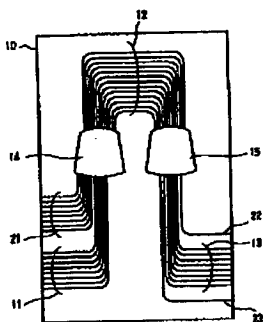
5

- 1 2 導波路アレイ
- 1 3 出力導波路 (信号用)
- 1 4 入力側扇形スラブ導波路
- 1 5 出力側扇形スラブ導波路

- 2 1 入力導波路 (波長監視用)
- 2 2, 2 3 出力導波路 (波長監視用)
- 3 1, 3 2 光検出器
- 3 3 対数増幅器

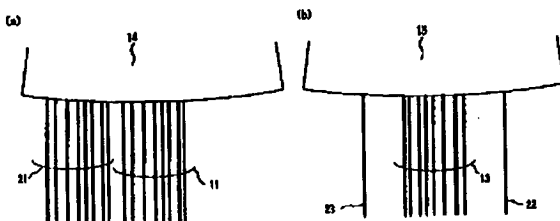
【図1】

本発明のアレイ導波路型光分岐器の平面図



【図2】

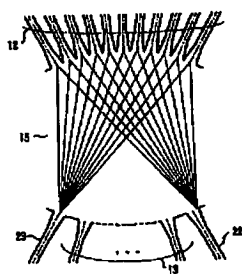
入力導波路(1, 2)と入力側扇形スラブ導波路(14)との境界、出力側扇形スラブ導波路(15)と出力導波路(11, 13)との境界



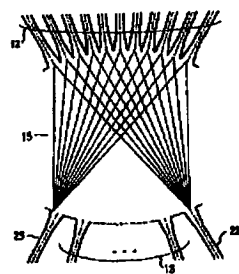
【図3】

出力側扇形スラブ導波路(15)における光の伝播特性

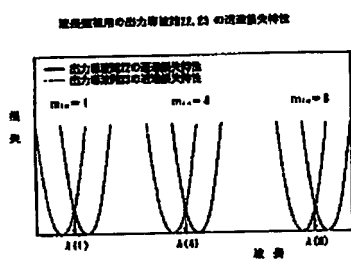
(a) $\lambda < \lambda(1)$



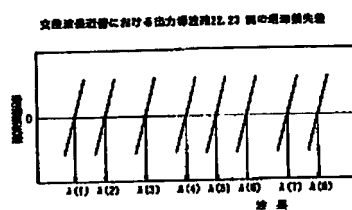
(b) $\lambda > \lambda(1)$



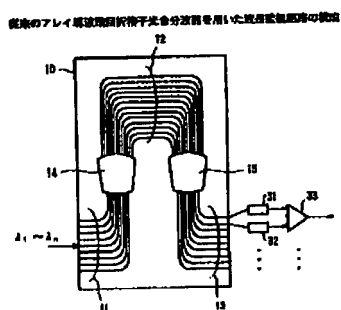
【図4】



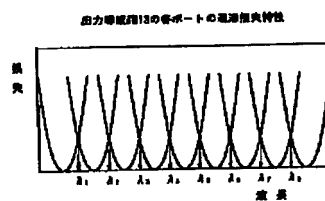
【図5】



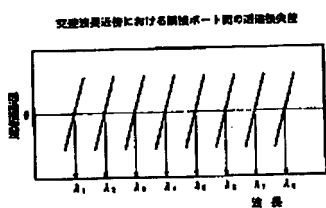
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

